

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Masayuki KIDERA

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: March 25, 2004

Examiner:

For: HIDDEN LINE PROCESSING METHOD FOR ERASING HIDDEN LINES IN  
PROJECTING A THREE-DIMENSIONAL MODEL CONSISTING OF A PLURALITY OF  
POLYGONS ONTO A TWO-DIMENSIONAL PLANE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)  
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-093868 and 2004-022814


Filed: March 31, 2003 and January 30, 2004

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing  
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the  
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: March 25, 2004

By:   
H. J. Staas  
Registration No. 22,010

1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   3 月 3 1 日  
Date of Application:

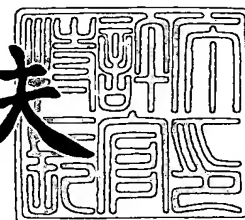
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 9 3 8 6 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 9 3 8 6 8 ]

出   願   人            富 士 通 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年   2 月 2 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号   出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 2 1 2 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 0350634

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 15/72  
G06F 3/153

【発明の名称】 複数のポリゴンから構成される3次元モデルを2次元平面に投影する際の陰線を消去する陰線処理方法

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 木寺 雅如

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100094514

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 恒徳

【選任した代理人】

【識別番号】 100094525

【弁理士】

【氏名又は名称】 土井 健二

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 030708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1



【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704944

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影する際の陰線を消去する陰線処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影する際に、前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行う陰線処理方法であって、

前記 3 次元モデルを構成する部品に属する複数のポリゴンのそれぞれに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $P Z_{\max}$  を求め、

前記求められた最大値  $P Z_{\max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $L Z_{\min}$  を求め、

任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $L Z_{\min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $P Z_{\max}$  とを比較し、

$L Z_{\min} \geq P Z_{\max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する

ことを特徴とする陰線処理方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記任意の部品に属する複数のポリゴンは、それらの法線ベクトルが、前記視点座標系の視点からの視線方向と逆向きの成分を有するものであることを特徴とする陰線処理方法。

【請求項 3】 複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影する際に、前記ポリゴンに陰される線分の投影を回避する処理を行う陰線処理方法であって、

3 次元モデルを構成する複数のポリゴンのそれぞれを 2 次元平面に投影する時の投影面積の大きい順に求められた所定数のポリゴンを含む優先ポリゴン群と、陰線判定中の線分が属する部品を構成する複数のポリゴン群に対し、

前記優先ポリゴン群及び、前記部品を構成する複数のポリゴン群の順に、

それぞれのポリゴンに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{\max}$  を求め、

前記求められた最大値  $PZ_{\max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{\min}$  を求め、

任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $LZ_{\min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $PZ_{\max}$  とを比較し、

$LZ_{\min} \geq PZ_{\max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する

ことを特徴とする陰線処理方法。

【請求項 4】請求項 1 又は、3 において、

前記任意の線分は、それぞれの法線ベクトルの成す角が  $0^\circ$  若しくは  $0^\circ$  近傍にない隣接するポリゴンに共通する一辺であることを特徴とする陰線処理方法。

【請求項 5】請求項 1 又は、3 において、

更に、前記複数のポリゴンのそれぞれを 2 次元平面に投影したときの、前記ポリゴンの頂点を内包する包含円を定義し、

前記線分が陰線となるか否かの判定が回避されていないポリゴンに対し、前記ポリゴンに対応する包含円内に任意の線分の一部が存在するか否かを判定し、

前記包含円内に任意の線分の一部が存在する場合に、前記 2 次元平面における線分の陰線部分を消去する

ことを特徴とする陰線処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3 次元画像データの 2 次元データへの変換における陰線処理方法に関する。特に、ポリゴンで構成される 3 次元画像データを 2 次元データに変換する際に、高速処理可能に陰線进行处理する方法に関する。

【0002】

**【従来の技術】**

近年、工業製品の開発において 3 次元 C A D および機構シミュレータが普及してきている。これに伴い製品の形状認識などは、仮想 3 次元空間座標データを有するモデルとして扱うことが多くなってきている。

**【0 0 0 3】**

一方、製造現場においては、モデルを観察把握する際に、ディスプレイ上の表示画面、あるいは組立指示書を多く利用しているのが実状である。したがって、3 次元座標データで表されるモデルを、ある方向からディスプレイの 2 次元平面に投影して表示し、あるいは組立指示書面として作成することが要求される。

**【0 0 0 4】**

ここで、2 次元平面に投影されるモデルあるいは、組立指示書面に作画されるモデルが、複数の部品により組み立てられており、且つそれぞれの部品が複数のポリゴンにより構成されている場合、前記モデルは、外観表面に現れない部品を構成するポリゴン及び線分データを有している。

**【0 0 0 5】**

したがって、単にモデルに含まれるポリゴンの 3 次元データを 2 次元データに変換してディスプレイ画面上に画像として表示し、あるいは組立指示書面上に作画する場合は、モデルの表面に隠れる線及び面をも表示することになる。このような場合にあっては、表示されるモデル画像あるいは、組立指示書面に作画されるモデル像は見難いものになってしまう。

**【0 0 0 6】**

そのために、表示が不要である線分あるいは面を表示しないようにするための陰線処理及び陰面処理機能は形状を認識しやすくするために必要な技術である。かかる陰線処理及び陰面処理技術として、Z バッファ法やスキャンライン法が知られている。Z バッファ法は、3 次元空間に対応するようなバッファメモリを持ち、モデルを構成する複数のポリゴンの有する 3 次元座標をソートして、視点側に近い座標を有するポリゴンを優先表示する方法である。したがって、優先表示されるポリゴンより遠い座標を有するポリゴンは表示されない(即ち、陰面が消去処理される)。

**【0007】**

また、スキャンライン法は、モデルを高さ方向にスライスして、その断面について、視線による走査を行うことにより、陰面消去処理を行う方法である。

**【0008】**

しかし、これら従来技術では、次のような不都合が存在する。第1のZバッファ法では、ラスタデータの陰線・陰面処理をZバッファ等の公知の技術により短時間でイメージを作成することが可能であるが、図面や組立指示書等を作成する際、特定の線分を拡大・縮小・色変更するといった操作が不可能である。かかる点により、2次元データへの変換過程において操作性や表示品質に問題がある。

**【0009】**

第2のスキャンライン法による場合は、ベクタデータを図面や組立指示書に利用すると、Zバッファ法における上記の問題は回避され操作性がよく好ましいものであるが、陰線・陰面処理を解析的に行う必要があり、多大なメモリ消費と処理時間を要するといった問題があり、大規模な3次元座標モデルに適用することが困難である。

**【0010】**

かかる点から、先に本出願人により、視点に対して表側を向いている面のみを陰面処理の対象として選択することにより処理対象とするポリゴンの数を減らし、処理の高速化を図る方法が提案されている(特許文献1)。

**【0011】****【特許文献1】**

特開平5-67219号公報

**【0012】****【発明が解決しようとする課題】**

本発明の目的は、上記の特許文献1に記載の技術を前処理として用い、更に表側にあるポリゴンに隠れる線分の表示を禁止する陰線処理における高速化を図る方法を提供することにある。

**【0013】****【課題を解決するための手段】**



上記の課題を達成する本発明に従う陰線処理方法は、第1の態様として、複数のポリゴンから構成される3次元モデルを2次元平面に投影する際に、前記ポリゴンに隠される線分の投影を回避する処理を行う陰線処理方法であって、前記3次元モデルを構成する任意の部品に属する複数のポリゴンのそれぞれに対し、視点座標系において各頂点のZ軸方向成分の最大値  $PZ_{\max}$  を求め、前記求められた最大値  $PZ_{\max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の2端点のうち視点座標系におけるZ軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{\min}$  を求め、任意の線分の前記求められたZ軸方向成分のうちの小さな方の値  $LZ_{\min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンのZ軸方向成分の最大値  $PZ_{\max}$  とを比較し、 $LZ_{\min} \geq PZ_{\max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避することを特徴とする。

#### 【0014】

上記の課題を達成する本発明に従う陰線処理方法は、第2の態様として、第1の態様において、前記任意の部品に属する複数のポリゴンは、それらの法線ベクトルが、前記視点座標系の視点からの視線方向と逆向きの成分を有するものであることを特徴とする。

#### 【0015】

上記の課題を達成する本発明に従う陰線処理方法は、第3の態様として、複数のポリゴンから構成される3次元モデルを2次元平面に投影する際に、前記ポリゴンに隠される線分の投影を回避する処理を行う陰線処理方法であって、3次元モデルを構成する複数のポリゴンのそれぞれを2次元平面に投影する時の投影面積の大きい順に求められた所定数のポリゴンを含む優先ポリゴン群と、前記3次元モデルを構成する任意の部品に属する複数のポリゴンを含む自部品ポリゴン群に対し、前記優先ポリゴン群及び、自部品ポリゴン群の順に、それぞれのポリゴンに対し、視点座標系において各頂点のZ軸方向成分の最大値  $PZ_{\max}$  を求め、前記求められた最大値  $PZ_{\max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の2端点のうち視点座標系におけるZ軸方向成分の小さな方の値  $LZ_{\min}$  を求め、任意の線分の前記求められたZ軸

方向成分のうち小さな方の値  $L Z_{\min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $P Z_{\max}$  とを比較し、 $L Z_{\min} \geq P Z_{\max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避することを特徴とする。

#### 【0016】

上記の課題を達成する本発明に従う陰線処理方法は、第4の態様として、第1又は、3の態様において、前記任意の線分は、それぞれの法線ベクトルの成す角が  $0^\circ$  若しくは  $0^\circ$  近傍にない隣接するポリゴンに共通する一辺であることを特徴とする。

#### 【0017】

上記の課題を達成する本発明に従う陰線処理方法は、第5の態様として、第1又は、3の態様において、更に、前記複数のポリゴンのそれぞれを2次元平面に投影したときの、前記ポリゴンの頂点を内包する包含円を定義し、前記線分が陰線となるか否かの判定が回避されていないポリゴンに対し、前記ポリゴンに対応する包含円に任意の線分の一部が交差するか否かを判定し、前記包含円に任意の線分の一部が交差する場合に、前記2次元平面における線分の投影を消去することを特徴とする。

#### 【0018】

本発明の特徴は、以下に図面に従い説明される実施の形態例から更に明らかになる。

#### 【0019】

##### 【発明の実施の形態】

以下に図面に従い、本発明の実施の形態例を説明する。なお、図面に示す実施の形態例は、本発明の理解のためのものであって、本発明の適用がこれに限定されるものではない。

#### 【0020】

図1は、本発明の3次元画像データの2次元データへの変換における陰線処理方法を実施するCAD装置の構成例ブロック図である。ROM1に本発明方法を制御するプログラムが格納される。CPU2は、このプログラムを読み出し実行

制御する。RAM3は、陰線処理方法における途中の計算方法を格納するメインメモリである。

#### 【0021】

入力手段4は、オペレータによって操作され、陰線処理方法の過程において、適宜必要とするデータの入力を行う。出力手段5は、表示装置、プリンタ、データファイルを含むものであり、変換前の3次元座標モデルを表示し、また、変換後の出力として表示装置に表示し、または、プリンタで書面に出力が行われる。

#### 【0022】

図2、図3は、本発明の陰線処理方法の処理過程を示すフロー図である。かかる処理過程を実行制御するプログラムは、図1のシステム図におけるROM1に格納されている。

#### 【0023】

##### [前処理]

処理の前提として前処理（処理工程P1）が実行される。この前処理の内容は次の様である。

先ず、3次元モデルを構成する要素を図4に示すように、ツリー状に分解する。図4は、実施の形態例としてCDROMドライブ装置の例を示す3次元モデルである。

#### 【0024】

図4において、図4Aは完成体としてのCDROMドライブ装置100を構成するアセンブリ（組立部品）のそれぞれをツリー状にノードごとに分岐して階層化して示す図である。図4Bは、図4Aのツリーに対応付けられたアセンブリ・データの階層構造を示す図である。

#### 【0025】

CDROMドライブ装置(CDROM)100は、カバー部品(Asm\_Cover)110と動体部品(Asm\_Move)120に分岐される。カバー部品(Asm\_Cover)110は、更にカバー要素A(Cover\_A)111, B(Cover\_B)112, C(Cover\_C)113で構成される。

#### 【0026】

更に、動体部品 (Asm\_Move) 120 は、動体要素 A (Move\_A) 121 と B (Move\_B) 122 で構成される。

#### 【0027】

ここで、カバー要素 A (Cover\_A) 111, B (Cover\_B) 112, C (Cover\_C) 113 及び、動体要素 A (Move\_A) 121 と B (Move\_B) 122 は、最小単位部品であって、これ以上に分解することが出来ない。

#### 【0028】

そして、かかる最小単位部品のみが、それぞれを構成する、頂点に 3 次元位置座標を含む頂点データを有する複数のポリゴンのデータを有している。したがって、最小単位部品を含む上位の部品は、これらの最小単位部品を構成する複数のポリゴンデータを含むことになる。

#### 【0029】

CDROM 装置 100 は、全ての最小単位部品を構成する 3 次元座標のポリゴンデータを有するものであり、かかるポリゴンデータを 2 次元データに変換して表示する場合は、本来隠されるべき不要な線分まで表示されることになる。

#### 【0030】

本発明は、かかる上記の不要な線分を消去する処理を高速化するものであり、次のような前処理を前提とする陰線消去処理が行う。

#### 【0031】

前処理として、先ず、完成体である CDROM 装置 100 を、2 次元面に投影する際に、視線方向から観察するときに、表面が視線方向に対向するポリゴンのみを選択し、選択されたポリゴンの有する各頂点の Z 軸成分の最大値 (P Z max 値) を取得する。

#### 【0032】

ここで、表面が視線方向に対向するポリゴンのみを選択する方法は、先に述べた特許文献 1 に記載の方法が適用できる。

#### 【0033】

図 5 は、2 次元平面 10 にポリゴンを投影したときに、表面が視線方向に対向するポリゴンのみを選択する方法を説明する図であって、視線方向 11 から観察

可能に 2 次元平面 10 に投影されるポリゴンを選択する図である。

#### 【0034】

すなわち、複数のポリゴン(図 5 ではポリゴン 12, 13 が示されている)の法線ベクトルの Z 軸方向成分の符号が図 5 において正となる、表面が視線方向 11 に対向するポリゴン(ポリゴン 12 が対応する)のみを選択する。ポリゴン 13 の法線の Z 軸方向成分は、Z 軸と反対向きであるので 2 次元平面 10 に投影される場合、裏面が投影されることになるので、選択ポリゴン対象から除外される。

#### 【0035】

次いで、上記のように選択されたポリゴン 12 を 2 次元平面 10 に投影したときの投影面積及び、包含円を求める。図 6 は、投影面積及び、包含円を説明する図である。図 6 において、投影面積 15 は、2 次元平面に投影されたポリゴンの面積であって、包含円 16 は、かかる投影されたポリゴンの頂点を内包する円を意味する。

#### 【0036】

次いで、図 6 に示すように選択されたポリゴンのそれぞれの投影面積 15 が求められ、ポリゴン面積の大きい順に所定数(例えば、10 個)を特定ポリゴン取得し、これらを優先ポリゴン群と定義する。

#### 【0037】

更に、各部品(図 4 において、最小単位部品 111-113, 121, 122)毎に、対応の部品を構成する複数のポリゴンのそれぞれが有する頂点の Z 軸座標値の最大値  $PZ_{max}$  値を基準に順にソートする。

#### 【0038】

図 7 は、かかるソートの様子を示す図である。複数  $n$  個のポリゴン  $PG_1, PG_2, \dots, PG_n$  のそれぞれの Z 軸座標値の最大値  $PZ_{max}$  値の順に並べられている。なお、図 7 において、左方向に Z 軸座標値は大きくなる。

#### 【0039】

##### [線分取得]

上記のような前処理に続いて線分を取得する(処理工程 P2)。かかる線分取得の方法は次のように説明される。

## 【0040】

一辺を共通にする隣接するポリゴンが平面を為す場合は、前記の一辺はは、ポリゴン上の線分とは定義しない。なぜならば、隣接するポリゴンのそれぞれの重心に置ける法線のベクトルの為す角度は、 $0^\circ$  及び  $0^\circ$  近傍にある隣接するポリゴンの面は略連続する平面と考えられるからである。

## 【0041】

反対に、隣接するポリゴンのそれぞれの重心に置ける法線のベクトルの為す角度が、 $0^\circ$  及び  $0^\circ$  近傍にない場合の共通辺を線分として取得する。なぜならば、隣接するポリゴンは、共通する一辺を境界として、互いに角度を有して連続しているからである。

## 【0042】

図8、図9は、これを説明する図である。図8A、図9Aにおいて、一辺Lを共通にして隣接する2つのポリゴンが示されている。そして、2つのポリゴンの、それぞれの重心に置ける法線ベクトルがI、IIである。

## 【0043】

図8B、図9Bは、一辺Lの方向aに横から観察した時の2つのポリゴンの法線ベクトルI、IIが成す角度bを示している。この図8Bの角度bは、 $0^\circ$  より大きく、一辺Lは、隣接する2つのポリゴンの境界稜線を形成している。したがって、この場合、共通辺Lを線分として取得する。

## 【0044】

一方、図9Bの場合は、2つのポリゴンの法線ベクトルI、IIは、略平行であり、従って、2つのポリゴンの法線ベクトルI、IIが成す角度bは、 $0^\circ$  若しくは  $0^\circ$  近傍である。かかる場合は、隣接する2つのポリゴンは連続する平面を成し、共通辺Lを線分として取得しない。

## 【0045】

[ポリゴン群による線分消去処理]

上記のように取得された線分に対し、ポリゴン群による消去処理を行う。すなわち、2次元平面10に投影表示されるポリゴンにより隠される線分に関しては、2次元平面への投影において、この線分は表示されないように消去を行う。こ

れにより 2 次元平面に投影されたモデル表示が見易くされる。

#### 【0046】

ここで、ポリゴン群とは、1 以上のポリゴンの集合であり、前記の前処理で取得された優先ポリゴン群、自部品ポリゴン群及び、複数の他部品ポリゴン群を指している。

#### 【0047】

優先ポリゴン群は、前記の〔前処理〕で説明した複数の優先ポリゴンを意味し、自部品ポリゴン群は、取得した線分が属している部品(図 4 において、部品 111-113, 121, 122)を構成している複数のポリゴンを意味する。更に、他部品ポリゴン群は、それ以外の〔前処理〕で取得したポリゴンを意味する。

#### 【0048】

そして、かかるポリゴン群による線分の消去処理は、図 2 に示すように、優先ポリゴン群による消去処理(処理工程 P3)。自部品ポリゴン群による消去処理(処理工程 P4)、次いで、他部品ポリゴン群による消去処理(処理工程 P6)の順に行う。この消去処理の順は、任意の線分が消去される可能性がより高い順に対応している。

#### 【0049】

特に、優先ポリゴン群による消去処理は、陰線処理の対象となるポリゴンのうち 2 次元平面(スクリーン)へ投影した形状の面積(投影面積)が、大きい順に 1 つ以上選択したものを用いる。これは、投影面積の大きなポリゴンで消去処理を行う方が、投影面積の小さなポリゴンで行うより線分が消去される可能性が高いからである。

#### 【0050】

取得した線分一本の全部分が完全消去された場合は、他のポリゴンで消去処理を行う必要はなく、次の線分の消去過程へ進めるため処理の高速化に繋がる。

#### 【0051】

実施例として、先に説明したように、3 次元モデルを構成するポリゴンの内、最終図の出力範囲内に存在し、かつ表面が視点側を向いているポリゴンのうち投

影面積が上位となる 10 個を取得している。

【0052】

しかし、本発明の適用は、かかる線分消去のためのポリゴン群の順位には限定されない。

【0053】

そして、上記のポリゴン群による陰線消去（処理工程 P 3、4、6）の手順は、共通であり、それぞれ図 3 に示すフローに従って処理される。代表として優先ポリゴン群による消去処理を例にして、図 3 の処理を説明する。

【0054】

[優先ポリゴン群による消去処理]

先ず優先ポリゴン群による消去処理（処理工程 P 3）を行う。図 3 に示すフローに従って次のように処理する。

【0055】

図 3 において、線分とポリゴンの位置関係を判定する（処理工程 P 10）。先に説明した様に、[前処理]の段階で各ポリゴン群単位でポリゴンを視点座標系 Z 値により降順にソートしてある。

【0056】

したがって、 $LZ_{\min} \geq PZ_{\max}$  となった場合（なお、 $LZ_{\min}$  は線分の両端のいずれか Z 値が小さい方の値（視点位置から遠い方）を意味している。 $PZ_{\max}$  は該当ポリゴンの頂点のいずれか最大の Z 値（視点位置に最も近い頂点を意味している。）、そのポリゴン群に属するポリゴンでの消去処理を回避する。

【0057】

図 10 は、かかる線分 L とポリゴンの位置関係の判定処理（処理工程 P 10）を説明する図である。

【0058】

図 10 において、線分 L の  $LZ_{\min}$  値より小さい  $PZ_{\max}$  値を有するポリゴン P G 3、P G 4・・・は線分の消去処理の対象から除外される（処理工程 P 101、Y）。

【0059】



## 〔簡易陰線処理判定〕

次に、前記の消去処理の回避から残された  $L Z_{\min} < P Z_{\max}$  の関係にあるポリゴン（処理工程 P 101、N）に対して、簡易陰線処理判定を行う（処理工程 P 11）。

## 【0060】

先に説明した〔前処理〕段階で陰線処理に必要なポリゴンのそれぞれの投影図形に対し、包含円 16（図 6 参照）を定義している。

## 【0061】

スクリーン上（2次元平面）で考えた時、図 11 に示すように包含円 16 に内接するポリゴンの外部に線分 L が存在すれば、このポリゴンが線分 L を消去することはないため処理を回避する（処理工程 P 111、Y）。それ以外の場合、即ち、線分の一部が包含円 16 の内部にある場合に（処理工程 P 111、N）、消去処理の対象とする（処理工程 P 12）。

## 【0062】

この該当のポリゴンに関する陰線処理（処理工程 P 12）において、2次元平面に投影される際に、線分はポリゴンに隠され、表示されないように消去される。そして、かかる処理工程 P 12 により線分 L が完全に消去された場合（処理工程 P 121、Y）、図 2 に戻り、次の線分の処理に移行する（図 2：処理工程 P 71、N）。

## 【0063】

一方、一部が消去されていない場合は、対象のポリゴンが存在している限り、次のポリゴンによる陰線処理に移行する（処理工程 P 122）。対象のポリゴンが存在しない場合は、図 2 において、次の処理に戻る。

## 【0064】

## 〔自部品ポリゴン群による消去処理〕

図 2 において、優先ポリゴン群による消去処理（処理工程 P 3）が終了し、まだ線分の可視部がある場合（処理工程 P 31、N）、自部品ポリゴン群による消去処理（処理工程 P 4）が行われる。

## 【0065】

自部品ポリゴン群は、先に説明したように、取得した線分と同じ部品に属するポリゴンを意味する。例えば、図4において、カバー部品111 (cover\_A) に示される線分に対しては、カバー部品111 (cover\_A) を構成する複数のポリゴンであって、[前処理]において、選択されているポリゴンである。これらの自部品ポリゴン群に対して、図3に説明した処理フローに従って、1線分を消去する処理が行われる。

#### 【0066】

[部品包含円・アセンブリ包含円による処理回避]

さらに、自部品ポリゴン群に対する線分消去処理（処理工程P4）においても可視部がある場合（処理工程P41、N）、アセンブリ(部品)円チェックを行う（処理工程P5）。

#### 【0067】

通常3次元CADやシミュレータによる3次元モデルは、図4に示したように最小単位形状を持つ部品111-113、121、122及び、複数の部品を集合としたアセンブリ部品110、120によるツリー構成を持つ。

#### 【0068】

したがって、自部品ポリゴン群に対する線分消去処理（処理工程P4）が行われたとしても、完成体であるCDROM装置100を2次元面に表示する場合、他部品における線分が表示される可能性がある。これを回避するべくアセンブリ(部品)円チェック処理（処理工程P5）を行う。

#### 【0069】

アセンブリ(部品)円チェック処理（処理工程P5）では、図4に示すツリーの各ノードにおいて、部品円（最小単位部品111-113、121、122を内接する円）及びアセンブリ円（最小単位部品を含む上位部品110、120を内接する円）が線分と交差するかを判定する（処理工程P51）。

#### 【0070】

そして、交差していなければそのノード及びそのノード以下全てのノードの部品での陰線処理を回避する（処理工程P51、N）。例えば、アセンブリ部品（Asm\_Cover）110のアセンブリ包含円と線分がスクリーン上で交差していれば

、当該線分に付いて、その子ノード以下の部品 (Cover\_A, Cover\_B, Cover\_C) 111-113を囲うノード円との交差の有無のチェックを実行する。

【0071】

該当の部品円が線分と交差している場合に図3のフローに従うポリゴン群による消去処理を行う (処理工程P6)。

【0072】

またアセンブリ部品 (Asm\_Move) 120において、そのアセンブリ部品を囲う包含円と線分が交差しない場合は、そのノード自身及びその子ノード以下での消去処理は回避する (図4において、X印で消去処理は回避を示している)。

【0073】

なお、3次元CADやシミュレータの中には、3次元空間上で部品および、そのアセンブリを包含する部品球、アセンブリ球を持つものもあるが、これらの球は、どの位置から投影しても部品を包含しているため、部品円とみなすことができ、上記に説明した処理で対応Sが可能である。

【0074】

[可視部保存]

上記のアセンブリ(部品)円チェック (処理工程P5) の過程を経た後に消去されていない部分は、2次元平面に完成体であるCDROM装置100が投影された場合、可視部分となる。したがって、この線分を記憶部に保存し (処理工程P7)、全ての処理を終了する (処理工程P71)。

【0075】

【発明の効果】

以上図面に従い実施の形態例を説明したように、本発明によりポリゴンに隠れる線分の表示を禁止する陰線処理における高速化を図り、全処理の時間を大幅に削減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の3次元画像データの2次元データへの変換における陰線処理方法を実施するCAD装置の構成例ブロック図である。

**【図 2】**

本発明の陰線処理方法の処理過程を示すフロー図である。

**【図 3】**

図 2 におけるポリゴン群により 1 線分を消去する処理フローである。

**【図 4】**

3 次元モデルを構成する要素をツリー状に分解して示す図である。

**【図 5】**

2 次元平面 10 にポリゴンを投影したときに、表面が視線方向に対向するポリゴンのみを選択する方法を説明する図である。

**【図 6】**

投影面積及び、包含円を説明する図である。

**【図 7】**

ポリゴンの Z 軸方向のソートの様子を示す図である。

**【図 8】**

線分の選択方法を説明する図(その 1)である。

**【図 9】**

線分の選択方法を説明する図(その 2)である。

**【図 10】**

図 2 における線分 L とポリゴンの位置関係の判定処理（処理工程 P 10）を説明する図である。

**【図 11】**

ポリゴンを内包する包含円 16 の外部に線分 L が存在する場合の例を説明する図である。

**【符号の説明】**

- 1 ROM
- 2 CPU
- 3 RAM
- 4 入力手段
- 5 出力手段

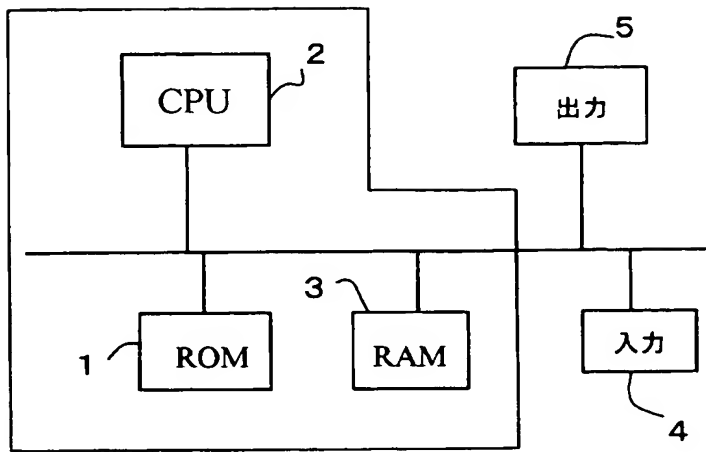
1 0 0 C D R O M 装置

1 1 0、1 2 0 アセンブリ部品

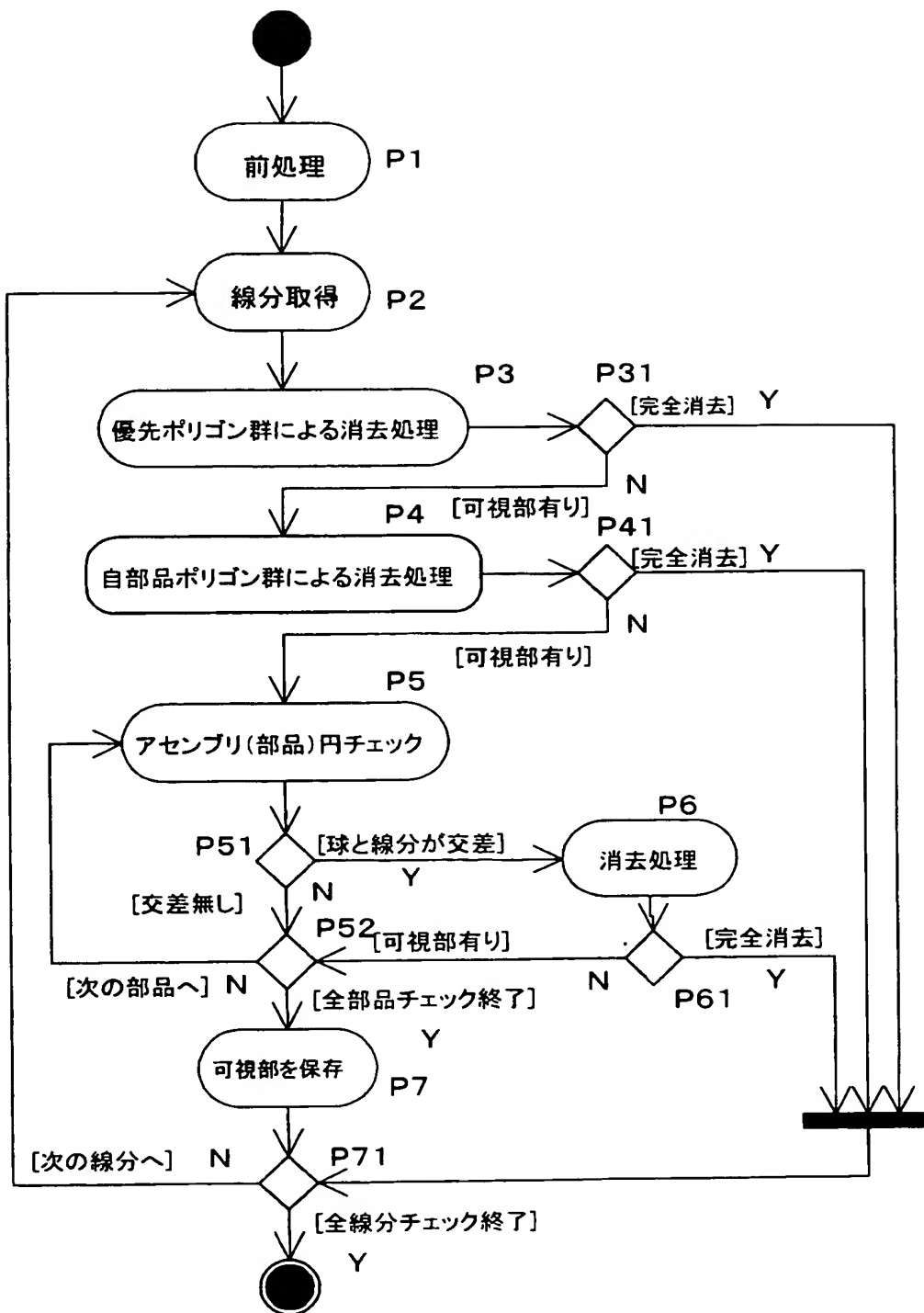
1 1 1 - 1 1 3, 1 2 1, 1 2 2 最小単位部品

【書類名】 図面

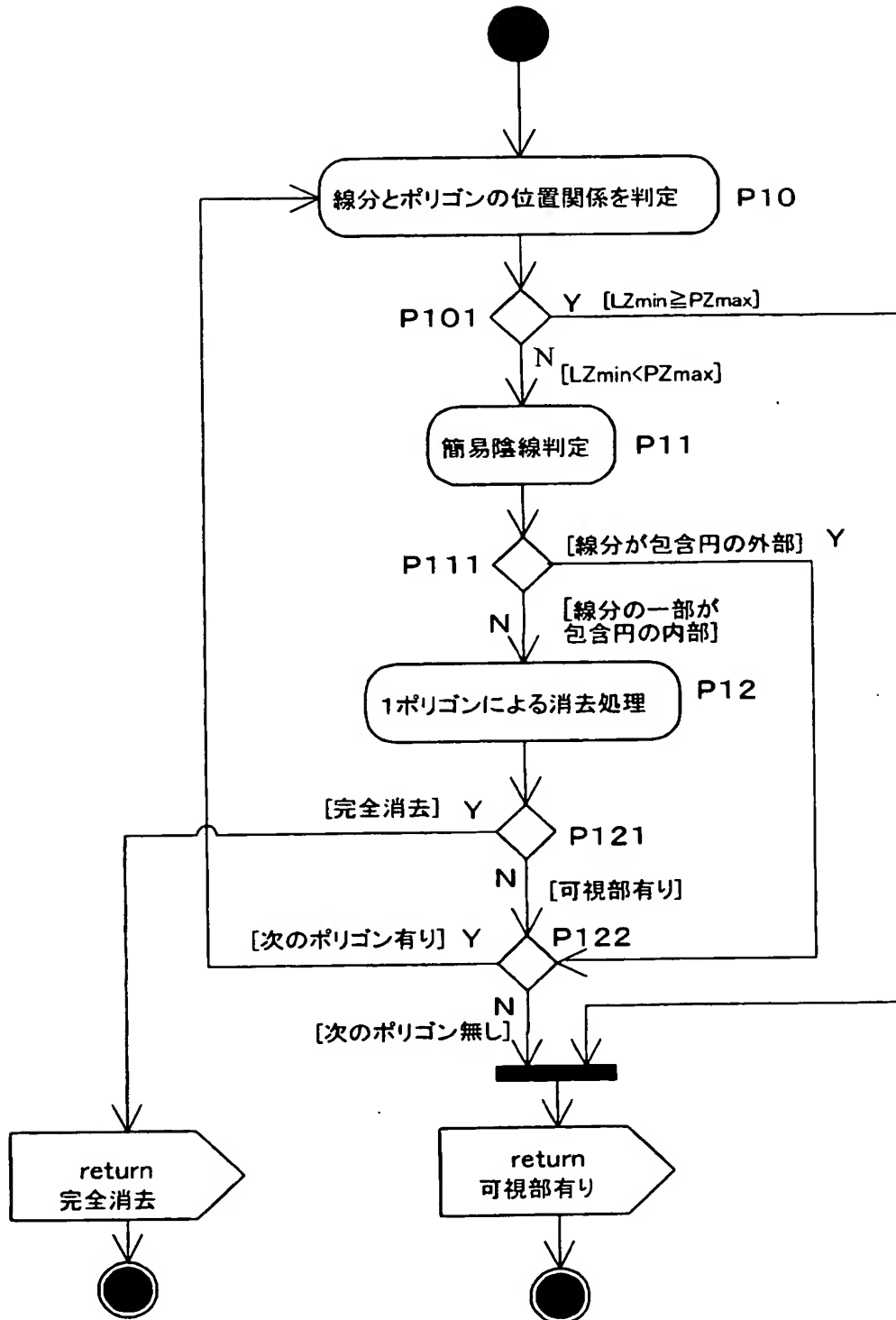
【図 1】



【図 2】



【図 3】





【図 4】

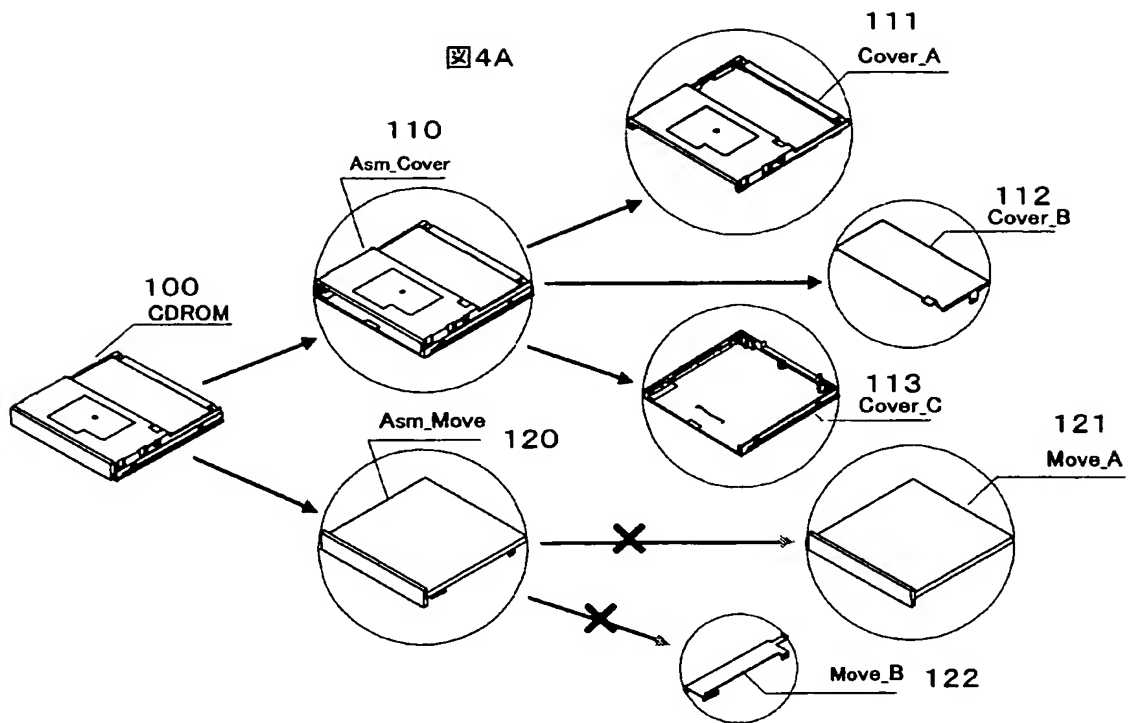
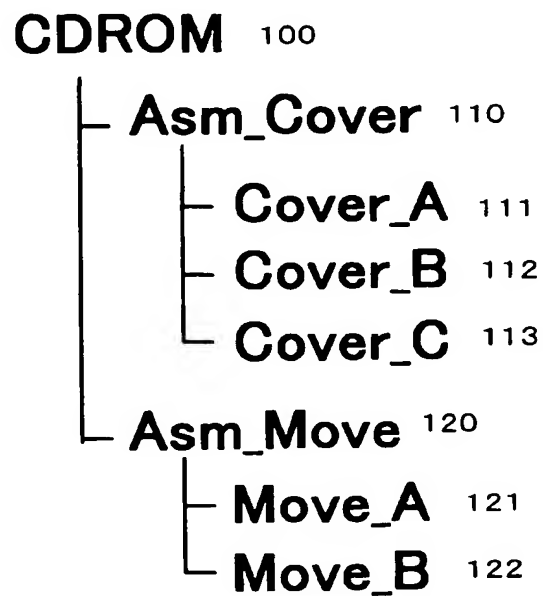
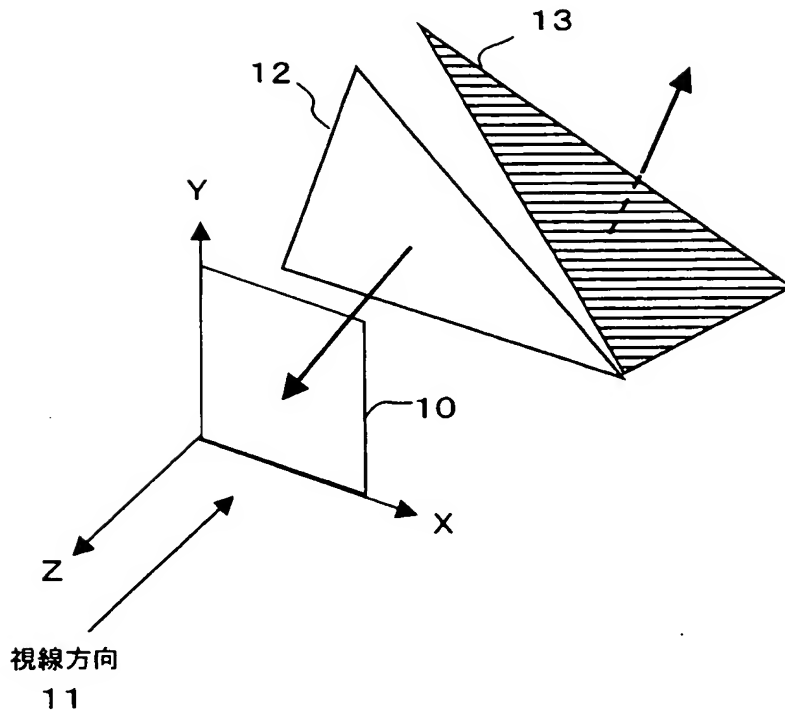


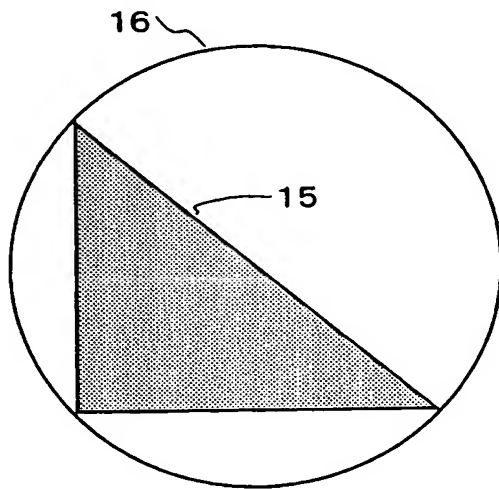
図 4B



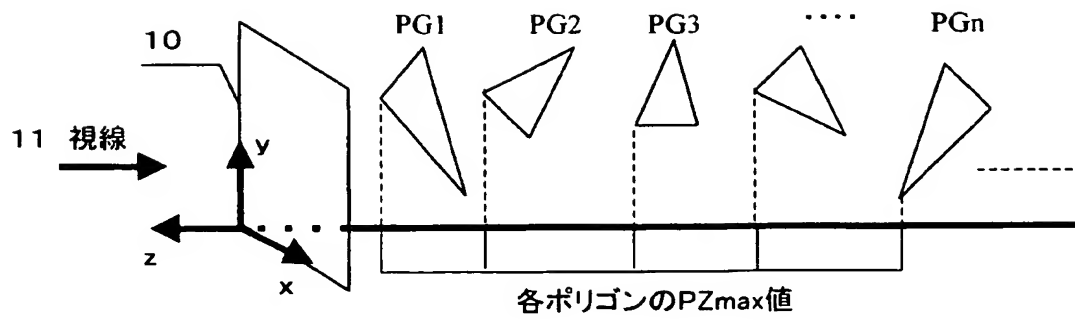
【図 5】



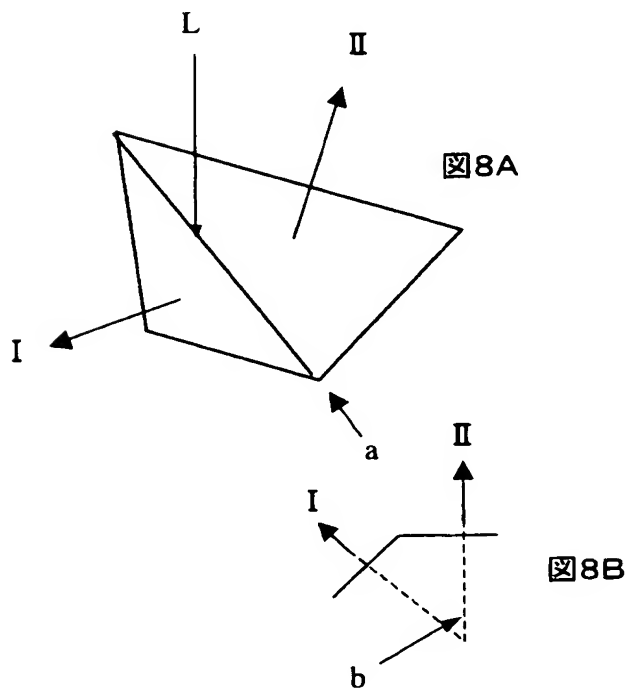
【図 6】



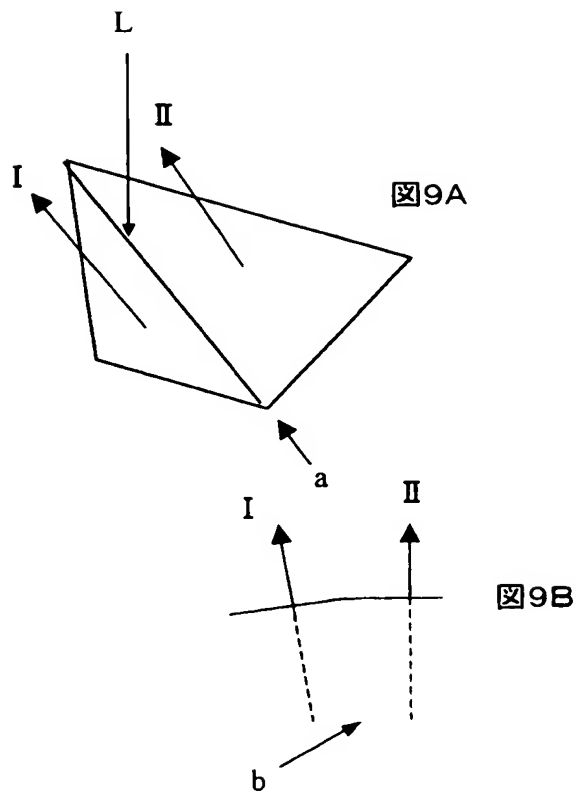
【図 7】



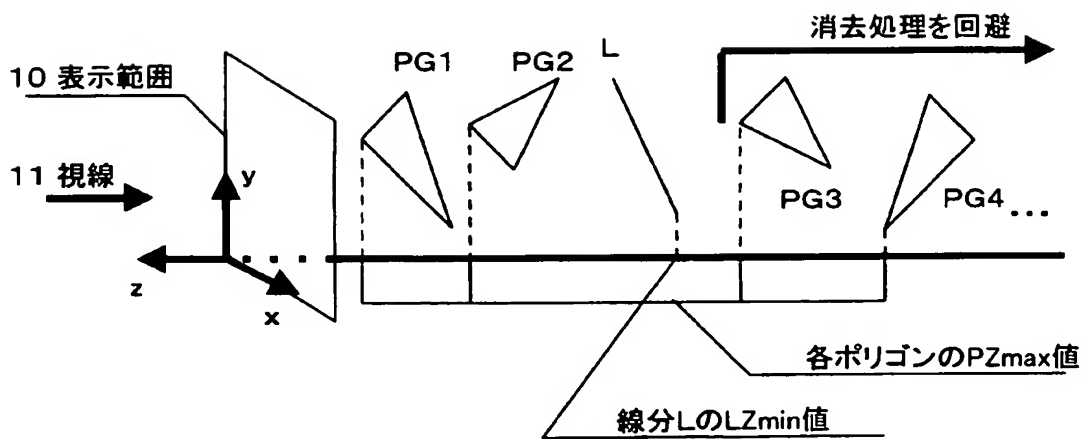
【図 8】



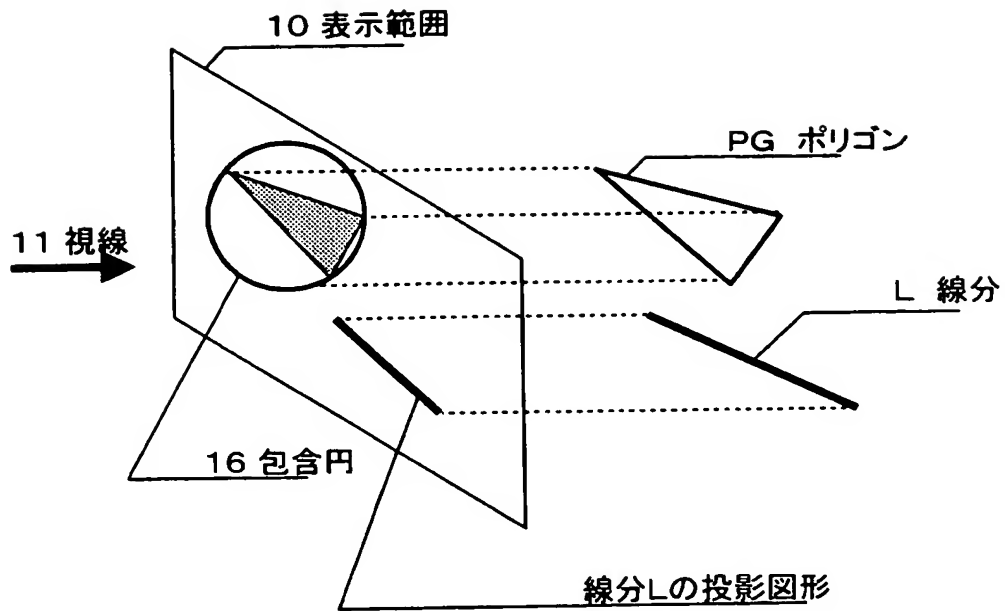
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ポリゴンに隠れる線分の表示を禁止する陰線処理における高速化を図り、全処理の時間を大幅に削減する。

【解決手段】 複数のポリゴンから構成される 3 次元モデルを 2 次元平面に投影する際に、前記ポリゴンに隠される線分の投影を回避する処理を行う陰線処理方法であって、前記 3 次元モデルを構成する任意の部品に属する複数のポリゴンのそれぞれに対し、視点座標系において各頂点の Z 軸方向成分の最大値  $P Z_{\max}$  を求め、前記求められた最大値  $P Z_{\max}$  により前記複数のポリゴンを降順にソートし、前記複数のポリゴンから得られる任意の線分の 2 端点のうち視点座標系における Z 軸方向成分の小さな方の値  $L Z_{\min}$  を求め、任意の線分の前記求められた Z 軸方向成分のうち小さな方の値  $L Z_{\min}$  に対し、前記ソートされた順番で前記複数のポリゴンの Z 軸方向成分の最大値  $P Z_{\max}$  とを比較し、 $L Z_{\min} \geq P Z_{\max}$  となった場合に、前記ソートされた複数のポリゴンのそれ以降のポリゴンに対して、前記線分が陰線となるか否かの判定を回避する。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 3 - 0 9 3 8 6 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社